

<sup>1</sup>Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München, Germany

<sup>2</sup>Limnologische Station der TU München, Iffeldorf, Germany

## Kurzmitteilung

### Naturnahe Abwasserreinigung: Interdisziplinäre Zusammenarbeit von Naturwissenschaftler und Ingenieur

### Constructed Wetlands and Lagoons for Wastewater Treatment – a Field of Cooperation between Biologist and Engineer

TANJA GSCHLÖSSL<sup>1</sup>, PETER SCHLEYPEN<sup>1</sup>, CHRISTIAN STEINMANN<sup>2</sup> & ARNULF MELZER<sup>2</sup>

#### Abstract

Sewage from scattered villages is often treated in septic tanks whose removal efficiency of biodegradable components amounts to about 35%. Viewed from the standpoint of water protection such a performance provides an insufficient prevention of water pollution. It is worth aspiring to more extensive sewage treatment, i.e. oxidation of organic matter and nitrogen compounds. This particularly applies to rural regions if scattered villages are situated in ecologically sensitive regions such as watersheds of small brooks. Here, it is reasonable to employ natural methods of treating sewage such as constructed wetlands and lagoons up to a size of 1,000 population equivalents. Constructed wetlands and lagoons provide an excellent field of cooperation between biologist and engineer, because the complexity of the microbial communities and the influence of the physico-chemical and geological conditions upon the microorganisms are not yet well understood. Further interdisciplinary research work has to be done for instance in regard to the relationship between helophytes and bacteria in the biofilm on the rhizomes of the reed or focussing upon effluent polishing of lagoons.

#### Einleitung

Naturnahe Verfahren der Abwasserbehandlung wie z. B. Pflanzenkläranlagen und Abwasserteiche werden im ländlichen Raum für kleine Kläranlagen bis zu einer Ausbaugröße von 1000 Einwohnerwerten seit Jahrzehnten eingesetzt. Die komplexen naturwissenschaftlichen Zusammenhänge bzw. die biologischen und physikalisch-chemischen Reinigungsmechanismen dieser Verfahren sind nur in Ansätzen bekannt. Die Planung und der Betrieb werden deshalb vorwiegend nach empirischen Ansätzen durchgeführt. Um den steigen-

den gesetzlichen Anforderungen gerecht zu werden und besonders die abflußschwachen sensiblen Gewässer zu schützen, werden auch von den naturnahen Verfahren der Abwasserreinigung hohe und stabile Leistungen verlangt. Die Nutzung der tatsächlich in den naturnahen Verfahren implizierten Möglichkeiten setzt eine Erforschung verschiedener Zusammenhänge voraus. Dazu gehören:

- Biocoenosen aus Bakterien, Algen, einzelligen Mikroorganismen wie Flagellaten, Amöben und Ciliaten sowie der metazoischen Fauna aus z. B. Rotatorien, Oligochaeten und Pilzen,
- Röhrichtvegetationen und
- geologische Eigenschaften des verwendeten Bodenmaterials.

Wichtige Forschungs- und Entwicklungsbereiche sind hier die Optimierung der Oxidation von organischen Abwasserinhaltsstoffen, der Nitrifikation und Phosphorelimination sowie die Erforschung der Zusammenhänge zwischen Sumpfpflanzen und Mikroorganismen in Biofilmsystemen wie Pflanzenbeeten zur Abwasserreinigung. Die Lösung dieser Problemstellungen setzt eine interdisziplinäre Zusammenarbeit von Naturwissenschaftlern und Ingenieuren voraus.

#### 1. Abwasserteichanlagen

Abwasserteichanlagen bestehen aus mehreren flachen Teichen in Erdbauweise, die hintereinander angeordnet sind.

Sie werden auch für die weitergehende Abwasserreinigung, d. h. zur Elimination der Stickstoff- und Phosphorverbindungen eingesetzt. Wichtige noch ungeklärte naturwissenschaftliche Fragestellungen sind:

- Gestaltung, Sicherung und Pflege der Böschungen, z. B. durch Röhrichtpflanzen, die wechselnden Wasserständen und hohen Nährstoffbedingungen gegenüber tolerant sind
- Möglichkeiten zum Rückhalt von autotropher Biomasse in den Abwasserteichen, da sie im Gewässer zu Sekundärverschmutzungen und Sauerstoffdefiziten führen kann
- Gestaltung von hydraulisch durchlässigen, bepflanzten Filterzonen am Ablauf der Teichanlage, um Algen und sonstige absetzbare Reststoffe zurückzuhalten
- Auswahl von optimierten Bodenmaterial-Helophyten-Kombinationen und deren Wartung
- Maßnahmen zur Vermeidung massenhafter Entwicklung von Wasserlinsen.

## 2. Pflanzenkläranlagen

Das in Streusiedlungen anfallende Abwasser wird auf dem Land häufig in Mehrkammerabsetz- oder Ausfällgruben behandelt, die einen Wirkungsgrad von nur etwa 35% für biologisch leicht- und schwerabbaubare Abwasserinhaltsstoffe aufweisen. Um die ökologisch sensiblen Gewässer zu schützen, ist eine weitergehende Reinigung des Abwassers notwendig. In Gebieten mit geringer Siedlungsdichte oder für Einzelgehöfte werden dafür Pflanzenkläranlagen eingesetzt, die sich harmonisch in das Landschaftsbild einpassen, mit geringem Wartungs- und Technikaufwand stabile Leistungen erbringen sowie eine ökologisch und ökonomisch sinnvolle Möglichkeit zur dezentralen Abwasserentsorgung darstellen.

Eine Pflanzenkläranlage besteht aus einem fein- bis mittelkörnigen Bodenkörper, der mit Helophyten bepflanz ist. Schwebstofffreies, d. h. vorgeklärtes Abwasser wird dem Pflanzenbeet breitflächig zugeleitet und durchströmt das Beet in horizontaler oder vertikaler Richtung. Der Abbau der organischen Inhaltsstoffe des Abwassers geschieht durch das Zusammenwirken von Bodenkörper, Mikroorganismen, Luftsauerstoff und Pflanze. Wichtige noch ungeklärte naturwissenschaftliche Fragestellungen sind:

- Einfluß der Helophyten auf den Erhalt der hydraulischen Durchlässigkeit des Bodenmaterials
- Effizienz des Sauerstoffeintrages über den Rhizombereich von Röhrichtpflanzen für die biologische Abwasserreinigung
- Ursache des „Schilfstrebens“ in Pflanzenbeeten nach längerem Betrieb
- Auswahl und Pflege von Helophytenarten im hypertrophen Milieu
- Wurzelentwicklung und Bodenmaterial,
- Adsorption oder Inkorporation von schwerabbaubaren Abwasserinhaltsstoffen im Wurzelbereich,

## 3. Erste Ergebnisse eines Forschungs- und Entwicklungsvorhabens

Der Freistaat Bayern finanziert derzeit ein Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zur Rückhalte- und Restreinigungsleistung von bepflanzten Filterstrecken am Ablauf von Abwasserteichen. Hierzu wurde 1996 in einer unbelüfteten Teichanlage in Oberbayern der bisher punktförmige Ablauf durch einen 30 m langen Ablaufgraben ersetzt, vor den ein 40 cm tiefer und 5 m breiter bepflanzter Feinkiesfilter eingebracht wurde. Die Filterzone ist mit drei Arten von Makrophyten bepflanz, die auf drei voneinander getrennte Kompartimente verteilt sind. An der Anlage erarbeiten Biologen und Ingenieure gemeinsam Lösungsansätze zum optimalen Aufbau des Filters, dem am besten geeigneten Substrat und dem effektivsten Pflanzenbestand. Ferner sollen die Durchströmungseigenschaften, die Filter- und Reinigungsleistung sowie die Effizienz der bepflanzten Filterbereiche im langfristigen Betrieb ermittelt werden.

Die Filterzone ist seit einem Jahr in Betrieb und zeigt bereits eine gute Reinigungs- und Filterleistung. Erste Ergebnisse belegen sowohl eine Restreinigung organischer Abwasserinhaltsstoffe als auch einen Rückhalt von Chlorophyll a und abfiltrierbaren Stoffen um etwa 50%. Zudem erfolgt während der Passage der Filterzone eine Pufferung, d. h. Absenkung des pH-Wertes um bis zu 2 pH-Einheiten.

Beim Vergleich der drei Pflanzensegmente zeigt der mit *Typha* bepflanzte Bereich bisher eine bessere Leistung als die Segmente mit *Phragmites* und *Phalaris*. Untersuchungen über mehrere Wachstumsperioden werden belegen, ob dies im langfristigen Betrieb bestätigt werden kann oder momentan auf das außerordentlich gute Anwachsen von *Typha* zurückzuführen ist. Bei *Phragmites* und *Phalaris* verzögerte sich das Wachstum anfangs durch einen starken Blattlausbefall und durch Fraßdruck von Wasservögeln.

Die primären Abbaumechanismen bei naturnahen Abwasserbehandlungsverfahren können biologisch-chemischen, physikalisch-sorptiven und geochemisch-mechanischen Vorgängen zugeordnet werden. Obwohl jeder dieser Abbauewege für die Effizienz der Reinigung wichtig ist, kann ein Pflanzenbeet oder eine Abwasserteichanlage nur dann erfolgreich wirken, wenn alle Mechanismen optimiert sind, sich ergänzen und miteinander eine stabile Biozönose bilden. Das Erfassen und Verbessern dieser Vorgänge vom Meta- und Katabolismus der Bakterien und Mikroorganismen über das Zusammenspiel von Pflanze und Boden bis hin zum stabilen Betrieb der Kläranlagen wird durch die Zusammenarbeit von Ingenieuren mit Spezialisten aus den Bereichen Ökologie, Botanik und Limnologie möglich.

**Anschriften der Verfasser:** Dr. TANJA GSCHLÖSSL & PETER SCHLEY-PEN, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Lazarettstr. 67, D-80636 München, Germany, Tel.: 089/1210-0; Fax 089/1210-1435; e-mail: Tanja.Gschloessl@lfw.bayern.de;

Prof. Dr. ARNULF MELZER & CHRISTIAN STEINMANN, Limnologische Station der Technischen Universität München, Hofmark 3, D-82393 Iffeldorf, Germany, Tel.: 08856/810-0; Fax 08856/810-40; e-mail: steinmann@limno.biologie.tu-muenchen.de